

# METHOD FOR MANUFACTURING CONTACT TYPE ELECTROSTATIC CHARGER, CONTACT TYPE ELECTROSTATIC CHARGER OBTAINED BY THIS METHOD, ELECTROSTATIC CHARGING METHOD AND IMAGE RECORDER

Publication number: JP2001281965

Publication date: 2001-10-10

Inventor: SUZUKI YUKIE

Applicant: RICOH KK

Classification:

- international: F16C13/00; G03G15/02; F16C13/00; G03G15/02;  
(IPC1-7): G03G15/02; F16C13/00

- european:

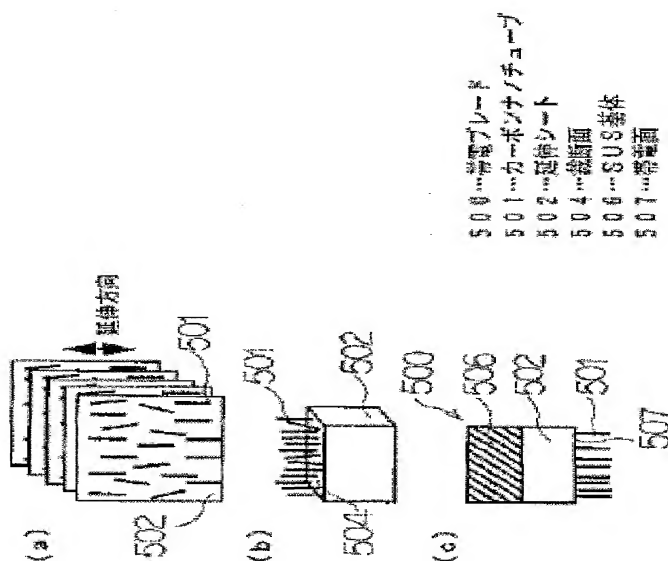
Application number: JP20000098951 20000331

Priority number(s): JP20000098951 20000331

Report a data error here

## Abstract of JP2001281965

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To inexpensively provide a contact type electrostatic charger which is capable of imparting a sufficient and uniform electrostatic charge voltage to a body to be electrostatically charged with low voltage, does not generate ozone and NOX, maintains initial characteristics for a long period of time and hardly imparts mechanical damage to the body to be electrostatically charged. **SOLUTION:** An electrostatic charging blade 500 is manufactured by following procedures: Polyethylene nanotubes (CNTs) which are base material resins are mixed and dispersed and this mixture is molded and stretched, by which stretched sheets 502 arrayed with the CNTs in a stretching direction are obtained. After five layers of the stretched sheets are laminated and bonded, the laminate is cut perpendicularly in the orientation direction of the CNTs, by which the CNTs are perpendicularly projected from a cut surface 504. The laminated and cut materials are stuck to an SUS substrate 506 by using conductive adhesives and the cut surfaces are polished, by which the damage layers where the arrays of the CNTs are partly lost by the cutting are removed. By his polishing, the CNTs are partly longitudinally projected from the electrostatic charging surface 507 of the electrostatic charging blade 500.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>G 0 3 G 15/02  
F 1 6 C 13/00

識別記号

1 0 1

F I

C 0 3 G 15/02  
F 1 6 C 13/00

テーマコード(参考)

1 0 1 2 H 0 0 3  
E 3 J 1 0 3

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-98951(P2000-98951)

(22) 出願日 平成12年3月31日(2000.3.31)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

(72) 発明者 鈴木 幸栄

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式  
会社リコー内

Fターム(参考) 2H003 AA18 BB11 CC04 CC05 CC06

3J103 AA02 AA15 AA33 AA51 BA41

EA03 EA05 FA06 FA12 FA18

GA02 GA52 GA57 GA58 GA60

HA03 HA04 HA05 HA11 HA33

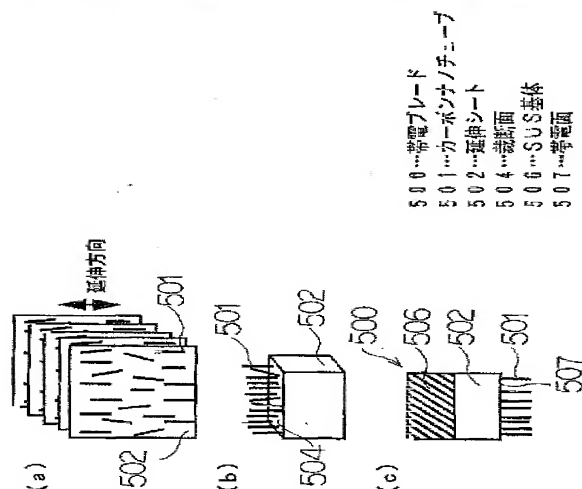
HA42 HA52 HA53 HA54

(54) 【発明の名称】 接触型帯電器の製造方法、該方法によって得られる接触型帯電器、帯電方法および画像記録装置

(57) 【要約】

【課題】 低電圧で被帯電体に十分、かつ均一な帯電電圧を与えることができ、オゾンや $\text{NO}_x$ が発生せず、初期特性が長期間にわたって維持され、かつ被帯電体に機械的ダメージを与えにくい接触型帯電器を安価に提供する。

【解決手段】 帯電ブレード500を以下の手順で作製した。基材樹脂であるポリエチレンにカーボンナノチューブ(CNT)501を混合・分散させ、この混合物を成形・延伸することにより、CNTが延伸方向に配列した延伸シート502を得た。この延伸シートを5層積層し貼り合わせた後、CNTの配向方向に垂直に裁断することにより、CNTを裁断面504から、これに垂直に突出させた。この積層裁断物をSUS基体506に導電性接着剤を用いて貼り付け、裁断面を研磨することにより、CNTの配列が上記裁断で一部失われているダメージ層を取り除いた。この研磨によって、CNTの長手方向の一部が帯電ブレード500の帯電面507から、これに垂直に突出した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 摺擦帯電部材を備え、該摺擦帯電部材を被帯電体の表面に摺擦接触させながら、該被帯電体・摺擦帯電部材間に電位差を印加することによって、前記被帯電体を所定の表面電位に帯電させる接触型帯電器を製造する方法であって、基材樹脂とカーボンナノチューブを混合し、該混合物を所定形状に成形し、該成形物を延伸処理して導電性樹脂成形物とした後、該導電性樹脂成形物を支持体に、前記摺擦帯電部材として設けることを特徴とする接触型帯電器の製造方法。

【請求項2】 前記導電性樹脂成形物を機械研磨および／または裁断することにより、前記カーボンナノチューブの長手方向の一部を前記導電性樹脂成形物外に突出させることを特徴とする請求項1記載の接触型帯電器の製造方法。

【請求項3】 前記導電性樹脂成形物は、フィルム状またはシート状であることを特徴とする請求項1記載の接触型帯電器の製造方法。

【請求項4】 前記導電性樹脂成形物は、繊維状であることを特徴とする請求項1記載の接触型帯電器の製造方法。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載の方法によって得られたことを特徴とする接触型帯電器。

【請求項6】 帯電器が帯電ローラーであることを特徴とする請求項5記載の接触型帯電器。

【請求項7】 帯電器が帯電ブレードであることを特徴とする請求項5記載の接触型帯電器。

【請求項8】 帯電器が帯電ベルトであることを特徴とする請求項5記載の接触型帯電器。

【請求項9】 帯電器が帯電ブラシであることを特徴とする請求項5記載の接触型帯電器。

【請求項10】 請求項5～9のいずれかに記載の接触型帯電器を用いて被帯電体を所定の表面電位に帯電させることを特徴とする帯電方法。

【請求項11】 請求項5～9のいずれかに記載の接触型帯電器を備えたことを特徴とする画像記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は接触型帯電器の製造方法、該方法によって得られる接触型帯電器、該接触型帯電器を用いる帯電方法および、この接触型帯電器を搭載した複写機、プリンター、ファクシミリ等の画像記録装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の帯電方式はコロナ放電を用いたコロトロン、スコロトロンが主流であった。しかし、コロナ放電は空气中に電界をかけることから、オゾンや $\text{NO}_x$ などの有害物質を大量に発生することや、消費電力が多いといった欠点があった。したがって、近年の環境に対する配慮から、環境への影響の少ないローラー帯電へ

と移行しつつある。

【0003】ローラー帯電とは、その帯電ローラー（導電性ゴムローラー）を感光体と接触させ、感光体・帯電ローラー間の微小空隙で放電を起こして感光体表面を帯電させる方法であり、この方法により、コロトロンと比較しオゾン発生量が著しく低減（ $1/100 \sim 1/500$ に低減）されている。

【0004】しかしながら、帯電ローラーも感光体・帯電ローラー間の微小空隙に電圧を加えコロナ放電を起こすことから、原理的にオゾン発生量をゼロにすることはできない。また、感光体の劣化はコロトロンと同程度か、又はこれよりも悪化する傾向にある。そこで、オゾンが全く発生せず、かつ感光体の劣化のない帯電方式が強く望まれ、最近では電荷注入方式が注目されている。

【0005】電荷注入方式とは放電を起こさずに、接触型帯電器から直接電荷を感光層に注入する方法で、原理的にオゾンは発生せず、感光体の劣化も少ないことが予想される。

【0006】電荷注入においては、接触型帯電器と感光体との接触抵抗が電荷を注入する際の注入速度に影響を与えるため、接触抵抗は低いほど良いと考えられる。そのため特開平6-75459号公報に記載の技術では、テトラシアノキノジメタン（TCNQ）等の電子受容性化合物とテトラチアフルバレン（TTF）等の電子供与性化合物から構成される電荷移動錯体を高分子ネットワークに置換し、全体に導電性を付与した高分子材料からなる導電性ゴムで帯電ローラーを作製している。

【0007】しかしながら香川、古川、新川らによるJapan Hardcopy '92, pp. 287～290には、80%RHの高湿下では有機感光体（以後OPCと略す）は十分な帯電電圧が得られるが、30～50%RHの湿度下では印加電圧の半分までしか帯電されず、注入速度が遅いことが報告されている。しかし、適度なゴム硬度を維持しながら導電性ゴムを低抵抗化することは、高分子材料の選択の点から容易ではないと考えられる。

【0008】一方、特開平7-140729号公報に記載の技術では、吸水性のスポンジローラーを用いて感光体に電荷を注入している。吸水性のスポンジローラーを用いる場合、ローラーの含水率がローラー抵抗や電荷の注入速度に大きな影響を与えるので、ローラーからの水分蒸発によって帯電電位が変動する恐れがある。帯電電位の変動を抑えるためには、ローラーからの水分蒸発を長年に渡って厳密に制御する必要があり、接触型帯電器の構造が複雑になり、安価に製造することができない。

【0009】また、特開平9-101649号公報には、帯電ブラシの導電性繊維をエッチング繊維または分割繊維とすることによって、導電性繊維と感光体との接触面積を増加させ、電荷注入の速度を向上させることが提案されている。導電性繊維をエッチング繊維または分

割繊維としたことで、実質的により細い径の導電性繊維を用いたことになり、感光体との接触面積を増加することができる。しかしながら、分割された繊維の引張り強度は分割前の導電性繊維と比較し、分割された分だけ低くなる。その結果、感光体と接触した場合、分割された繊維は切断しやすくなり、長期の使用では帯電電位のバラツキを起し、接触型帯電器の寿命を低下させる原因となってしまう。逆に長寿命の接触型帯電器を得ようとすると、導電性繊維の分割数を多くできないため接触面積の大幅な増加は期待できず、電荷注入速度向上の著しい改善はできない。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来技術の上記問題点を鑑みなされたもので、その第1の目的は、低電圧で被帯電体に十分、かつ均一な帯電電圧を与えることができ、オゾンや $\text{NO}_x$ が発生せず、初期特性が長期間にわたって維持され、かつ被帯電体に機械的ダメージを与えにくい接触型帯電器を安価に製造することのできる方法を提供することにある。本発明の第2の目的は、上記製造方法によって得られる接触型帯電器を提供すること、第3の目的は、この接触型帯電器を用いる帯電方法を提供すること、第4の目的は、この接触型帯電器を備えた画像記録装置を提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の接触型帯電器の製造方法は、摺擦帯電部材を備え、該摺擦帯電部材を被帯電体の表面に摺擦接触させながら、該被帯電体・摺擦帯電部材間に電位差を印加することによって、前記被帯電体を所定の表面電位に帯電させる接触型帯電器を製造する方法であって、基材樹脂とカーボンナノチューブ(CNT)を混合し、該混合物を所定形状に成形し、該成形物を延伸処理して導電性樹脂成形物とした後、該導電性樹脂成形物を支持体に、前記摺擦帯電部材として設けることを特徴とする。

【0012】請求項2記載の接触型帯電器の製造方法は、請求項1において、前記導電性樹脂成形物を機械研磨および／または裁断することにより、前記カーボンナノチューブの長手方向の一部を前記導電性樹脂成形物外に突出させることを特徴とする。

【0013】請求項3記載の接触型帯電器の製造方法は、請求項1において、前記導電性樹脂成形物がフィルム状またはシート状であることを特徴とする。

【0014】請求項4記載の接触型帯電器の製造方法は、請求項1において、前記導電性樹脂成形物が繊維状であることを特徴とする。

【0015】請求項5記載の接触型帯電器は、請求項1～4のいずれかに記載の方法によって得られたものであることを特徴とする。

【0016】請求項6記載の接触型帯電器は、請求項5において帯電ローラーであることを特徴とする。

【0017】請求項7記載の接触型帯電器は、請求項5において帯電ブレードであることを特徴とする。

【0018】請求項8記載の接触型帯電器は、請求項5において帯電ベルトであることを特徴とする。

【0019】請求項9記載の接触型帯電器は、請求項5において帯電ブラシであることを特徴とする。

【0020】請求項10記載の帯電方法は、請求項5～9のいずれかに記載の接触型帯電器を用いて被帯電体を所定の表面電位に帯電させることを特徴とする。

【0021】請求項11記載の画像記録装置は、請求項5～9のいずれかに記載の接触型帯電器を備えたことを特徴とする。

【0022】本発明の接触型帯電器の製造方法によれば、基材樹脂とカーボンナノチューブを混合し、この混合物を成形・延伸することで、カーボンナノチューブを配列(配向)させて構成した摺擦帯電部材を備える接触型帯電器を容易に、かつ低コストで提供することができる。

【0023】また、この方法で得られる接触型帯電器は、低電圧動作が可能で、かつ接触抵抗を低減できるため短時間で十分な帯電電圧を被帯電体を与えることができる。しかもカーボンナノチューブは、化学的・機械的に安定で導電性の接点の安定性が高いため環境による変動が少なく、十分な強度をもつ。

【0024】さらに、本発明の接触型帯電器によれば、オゾンや $\text{NO}_x$ の発生を抑え、帯電ムラをなくすことができ、摺動性(自己潤滑性)が高いため被帯電体に傷をつけるなどの不具合が少なくなる。また本発明の接触型帯電器は、除電についても同様の効果を持つものである。

【0025】カーボンナノチューブは、グラファイト状炭素原子面を丸めた円筒の1個または数個～数十個が、入れ子状に配列した繊維状構造を有し、その直径がナノメートルオーダーのきわめて微細な物質である。カーボンナノチューブは、その構造によって金属から半導体までの幅広い電気特性を持つ。また、微小でありながら表面積が大きい、アスペクト比(長さ/直径比)が大きい、中空であるといった独特の形状を有する。さらに、形状に由来する特殊な特性をもつことから、新しい炭素材料として産業上への種々の応用が期待されている。カーボンナノチューブには、単層カーボンナノチューブと多層カーボンナノチューブがあり、グラファイト状炭素原子面を丸めた円筒が1個のものを単層カーボンナノチューブ、複数個のものを多層カーボンナノチューブという。

#### 【0026】

【実施例】以下、本発明の実施例を、図面を参照しながら説明する。なお、本発明の範囲はこの実施例により限定されるものではない。

<実施例1>本発明に係る接触型帯電器の製造方法で

は、基材樹脂とカーボンナノチューブとを混合し、該混合物を所定形状に成形し、次いで該成形物を延伸処理して導電性樹脂成形物とした後、該導電性樹脂成形物を支持体に前記摺擦帯電部材として設ける。そこでまず、上記導電性樹脂成形物の作製方法、および上記成形物の延伸処理によるカーボンナノチューブの配列（配向）について図1をもとに説明する。

【0027】まず、公知技術によってカーボンナノチューブを作製した。雰囲気ガスにヘリウムを用い、500 Torr ( $6.65 \times 10^4$  Pa) の圧力で陽極、陰極ともグラファイト棒を用いたDCアーク放電法により合成した。電流量は約100Aで、電極径は1cm、電極間距離は約1mmとした。その結果、陰極の先端に約1cm径の円柱状堆積物が生成し、多層カーボンナノチューブが束になったものが観察された。合成後の多層カーボンナノチューブには種々の不純物が含まれるため、これを有機溶媒や、界面活性剤が添加された水溶液に分散させた後、遠心分離法や限外ろ過法によって高純度に精製した。

【0028】精製した多層カーボンナノチューブを、粉末状のポリエチレン（融点120℃）と混合し、ポリエチレンの融点以上（140℃）に加熱し、融解・均一分散を行い、これをフィルムに成形した。このフィルムをポリエチレンのガラス転移温度以上、融点以下の温度（100℃）に加熱しながら一方向に引っ張ることで、フィルムの延伸処理を行った（1軸延伸）。延伸処理することによって、カーボンナノチューブの長手方向が延伸方向に揃うようになる。図1（a）は、延伸処理前のフィルム（基材樹脂102、すなわちポリエチレン）におけるカーボンナノチューブ101の配列状態を、図1（b）は延伸処理後のフィルムにおけるカーボンナノチューブ101の配列状態をそれぞれ示す模式図である。なお、図1（b）の「摺動方向A」および「摺動方向B」は、被帯電体（図略）に対する摺擦帯電部材の摺擦接触方向の具体例を示すもので、上記延伸処理後のフィルムを用いた摺擦帯電部材によれば、摺動方向A、Bのどちらにしても、優れた帯電結果が得られる効果がある。

【0029】フィルムの延伸率（%）＝〔（延伸後のフィルム長さ）／（延伸前のフィルム長さ）〕×100と定義し、図2に示す延伸方向とカーボンナノチューブ101の長手方向のなす角を $\theta$ として、フィルム中のカーボンナノチューブの配列の程度を示すパラメータS（オーダーパラメーター）を

$$S = (1/2) \langle 3 \cos^2 \theta - 1 \rangle \dots\dots (\langle \rangle \text{は、統計平均を示す})$$

と定義すると、図1（a）のような延伸処理をしない場合、配列はランダムで、その時のオーダーパラメーターSは0であり、全てのカーボンナノチューブが延伸方向と一致した場合には $S = 1$ となる。

【0030】図3に示すように、延伸率を大きくするに従いオーダーパラメーターSが増大し、やがて飽和する。したがって安定した配列、ひいては特性が安定した帯電器を作製するには、上記Sが飽和した範囲の延伸率を用いることが好ましい。

【0031】図4は帯電ローラー401の構造および、これによるOPC405の帯電方法を示す模式図である。この帯電ローラー401の作製では、直径10mmのSUS金属芯404の外周面を、カーボンブラックを分散させた厚さ5mmの導電性シリコンゴム403で被覆し、その表面に、上記カーボンナノチューブを含むポリエチレンフィルムの延伸物（延伸フィルム）402を貼り付けた。この場合、フィルムの延伸方向Cを帯電ローラー401の回転方向に直交させた。

【0032】さらに、延伸フィルム402の表面を、粒径3 $\mu$ mのアルミナ砥粒等により研磨することにより、カーボンナノチューブの長手方向の一部をローラー表面から突出させて帯電ローラー401とした。なお、この実施例1では、上記延伸フィルム402が上記摺擦帯電部材に、上記金属芯404が支持体にそれぞれ該当する。また、延伸フィルム402の抵抗範囲は、ピンホール対策から $10^2 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ に制御することが好ましく、そのため、延伸フィルム402のカーボンナノチューブ配合率は4wt%とした。

【0033】一方、OPC405を公知技術によって作製した。すなわち、A1基体407上に、酸化チタン微粒子からなるホール注入阻止層をディップコート法により厚さ5 $\mu$ mで形成し、その上に電荷発生層と電荷輸送層が積層する有機感光層406を形成した。

【0034】回転周速250mm/sのOPC405の有機感光層406に、上記帯電ローラー401をニップ幅2mmで接触させて従動回転させることにより帯電を行った。この場合、直流電源408により延伸フィルム402・有機感光層406間に-500Vの電位差を印加した。その結果、-440Vの表面電位が測定され、帯電ローラー401が十分な帯電能力を持つことが確認された。また、カスケード現象によりムラのない帯電が確認され、さらに、連続的に帯電したところ、 $\text{NO}_x$ は殆ど検出されなかった。また、上記のように延伸した樹脂フィルムによりカーボンナノチューブを保持したことによって感光体の機械的ダメージが、カーボンナノチューブのないフィルムに比べて格段に低下し、また単に樹脂でカーボンナノチューブを保持（未延伸樹脂フィルムで保持）した場合よりも軽減されることが判った。

【0035】この実施例1では、カーボンナノチューブとして多層カーボンナノチューブを用いたが、単層カーボンナノチューブを用いることもできる。また、これらのカーボンナノチューブは開管、閉管のどちらにしても、本発明の所期の目的が達成される。

【0036】また、カーボンナノチューブの製造ではD

Cアーク放電法を用いたが、他の方法として、(1)ベンゼン、エチレン、アセチレン等の炭化水素を、 $H_2$ ガスをキャリアガスとして流過させながら1000~1500℃で熱分解する多層カーボンナノチューブの作製方法、(2)グラファイトにFe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, La, Y等の金属触媒を混合したコンボジット棒を陽極として用い、陰極としてグラファイト棒を用い、100~700 Torr ( $1.33 \times 10^4 \sim 9.31 \times 10^4$  Pa)のHeまたは $H_2$ 雰囲気でのアーク放電により合成する単層カーボンナノチューブの作製方法、(3)前記のコンボジット棒を電気炉中で1000~1400℃に加熱し、500 Torr ( $6.65 \times 10^4$  Pa)のAr雰囲気、Nd:YAGパルスレーザを照射する単層カーボンナノチューブの作製方法など、公知の方法が採用できる。

【0037】また、延伸する樹脂としてポリエチレンを用いたが、ポリテフタル酸エチレン(PET)やポリテフタル酸ブチレン(PBT)などのポリエステル、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリ塩化ビニリデン、ポリビニルアルコール(PVA)、ポリアミド(PA)、ポリプロピレン(PP)、ポリスチレン(PS)、ポリカーボネート(PC)、ポリウレタン、エチレン-ビニルアルコール共重合体など、加熱や溶媒によって軟化する種々の樹脂を採用することができる。

【0038】さらに、上記帯電ローラー401では、金属芯404上に樹脂導通部分を2重構造で設けたが、カーボンナノチューブを含む樹脂単層でも良いし、3層以上の多層構造としても良い。また抵抗のコントロールは、カーボンナノチューブ単体だけではなく、金属フィラーやカーボンブラック、テトラシアノキノジメタン(TCNQ)等の電子受容性化合物とテトラシアフルバレン(TTF)等の電子供与性化合物から構成される電荷移動錯体を併用することもできる。

【0039】さらに、カーボンナノチューブを延伸樹脂表面から突出させる方法として研磨を用いたが、化学的な薬液による方法やドライエッチング、アッシングなどを用いることもできる。また、OPCを用いる負帯電を示したが、これに限定されるわけではなく、Se系や $\alpha$ -Si、ZnO等の無機感光体や、その他の被帯電体および正帯電にも、同じ帯電器が使用できる。また、電圧として直流電圧を印加したが、交流との重畳でも何ら問題ない。

【0040】また、フィルムの延伸方向を帯電ローラー401の回転方向に直交させたが、平行の場合には、より固体潤滑材の機能が発揮され、摩擦が小さく、0°を超え90°未満の角度をつけた場合でも、十分な帯電電位と、ムラのない帯電結果が得られる。さらに、OPC(被帯電体)を駆動ローラー、帯電ローラーを従動ローラーとしたが、帯電時間を長くして更に十分な帯電電位を与えるために帯電ローラーを駆動ローラー、OPCを

従動ローラーとすることもできる。

【0041】<実施例2>図5は帯電ブレード(ブレード型接触帯電器)の構造およびその製造方法を示す模式図である。図5(a)に示すように、実施例1と同様の方法で、延伸によってカーボンナノチューブ501を配列させた延伸シート502(ポリエチレンシート:厚さ0.4mm)を成形した。カーボンナノチューブ501の配合分散量は4wt%とした。このシート502を図5(a)のように5層積層し、貼り合わせた後、カーボンナノチューブ501の配列方向(延伸方向)に垂直に裁断することにより、図5(b)のように、カーボンナノチューブ501の長手方向の一部を裁断面504から、これに垂直に突出させた。この積層裁断物をSUS基体506に導電性接着剤を用いて貼り付け、裁断面504を実施例1と同様にして研磨することにより、カーボンナノチューブの配列が上記裁断で一部失われているダメージ層を取り除いた。この研磨によって、図5(c)に示すように、内部のカーボンナノチューブ501が、帯電ブレード500の帯電面507から垂直に突出した。

【0042】上記帯電ブレード500を、実施例1と同じようにして作製したOPCに接触させて帯電を行った。帯電ブレード500のニップ幅は2mmとした。-500Vの直流電圧を印加し、OPCの回転周速を200mm/sとしたときの表面電位は-460Vであり、十分な帯電能力を持つことが確認された。また、カスケード現象によりムラのない帯電が確認された。さらに、連続的に帯電したところ、オゾンや $NO_x$ は殆ど検出されなかった。また、帯電ブレード500の摩擦係数は、カーボンナノチューブのないブレードの1/2~1/10に低減しており、カーボンナノチューブを単に樹脂で保持した場合よりも更に小さくなっており、感光体の機械的ダメージも軽減されていることが判った。

【0043】実施例2では、延伸によってカーボンナノチューブを配列させた樹脂シートを複数枚積層したが、単層でも(上記樹脂シートを1枚用いる)何ら問題ない。また、カーボンナノチューブの配列方向が帯電面507に垂直の場合を示したが、カーボンナノチューブの配列面が帯電面内にあるように、かつ、その配列方向をOPCの回転方向に垂直または平行にした場合や、カーボンナノチューブの配列方向とOPCの回転方向のなす角を0°を超え、90°未満とした場合でも十分な帯電電位が得られ、帯電ムラのないことが判った。

【0044】<実施例3>図6は、帯電ブラシ(ブラシ型接触帯電器)の要部である帯電ブラシ本体を構成する、延伸処理後の導電性繊維602(ブラシの毛)を示す模式図である。この帯電ブラシの製造方法について説明する。まず公知技術によって単層カーボンナノチューブを作製した。ここでは、陽極としてグラファイトにFe-Ni金属触媒を混合したコンボジット棒を、陰極と

してグラファイト棒をそれぞれ用い、500 Torr (6.65×10<sup>4</sup> Pa)のHe雰囲気でのアーク放電により、単層カーボンナノチューブを作製した。この単層カーボンナノチューブを遠心分離法及び限外ろ過を用いて精製した。この単層カーボンナノチューブをナイロン樹脂に分散(分散量は4wt%)させて溶融紡糸した後、延伸処理することにより、延伸導電性繊維を得た。

【0045】この延伸導電性繊維をウレタンのパッドで挟んで1~500 g/cm<sup>2</sup>の荷重を印加し、その間に粒径1 μmのアルミナを供給し、上記延伸繊維を片側から引き出して表面を機械的に研磨し、カーボンナノチューブを繊維表面から突出させた。この対角線に配置したウレタンパッドを2段直交するように配置し、繊維の表面全てでカーボンナノチューブが突出するようにした。その結果図6に示すように、分散したカーボンナノチューブ601が延伸導電性繊維602の延伸方向に配向した。なお、荷重や引出し速度等によっては1段でも良いし、複数段でも良い。

【0046】ここでは溶融紡糸を用いたが、乾式紡糸や湿式紡糸、エマルジョン紡糸、ゲル紡糸、急速加熱紡糸などを採用することもできる。また、紡糸と延伸を2工程で行ったが、(1)紡糸と延伸を連続して行う直延法、(2)紡糸時の速度を速くすることにより半延伸状態の半延伸糸(POY: Partially Oriented Yarn)を得た後、延伸する方法、(3)超高速紡糸で紡糸と延伸を1工程で同時に行う方法を用いることもできる。さらに、これら紡糸・延伸・研磨工程を一貫プロセスとしても良い。

【0047】この様にしてカーボンナノチューブを突出させた延伸導電性繊維602を保持部材(支持体)703に植毛して、図7に示す帯電ブラシ701を作製した。植毛密度は、一般的な帯電ブラシと同様に50~300本/mm<sup>2</sup>程度にするのが良い。図7に示すように、実施例1と同じようにして作製したOPC704に接触させて帯電を行った。この図において符号705は有機感光層、符号706はA1基体である。帯電ブラシ701のニップ幅は4mmとした。直流電源707を用いて-500Vの直流電圧を印加し、OPC704の回転周速を250mm/sとした場合の表面電位は-450Vであり、十分な帯電能力を持つことが確認された。また、カスケード現象によりムラのない帯電が得られることが確認された。さらに、連続的に帯電したところオゾンやNO<sub>x</sub>は殆ど検出されなかった。

【0048】ここでは固定ブラシの例を示したが、金属芯に電気植毛で導電性繊維を植毛した円柱状の回転ブラシとしても良い。この場合、強制回転される被帯電体に従動させたときでも、帯電時間を長くすることができる。また、更に十分な帯電電位を得るために、回転ブラシを被帯電体と逆方向に回転させても良い。また、導電性繊維用の繊維としては、実施例1で列挙した樹脂から

なるもの以外に、レーヨンやアクリル繊維などを採用することもできる。

【0049】<実施例4>図8は、帯電ベルト801(ベルト型接触式帯電器)の構造および、これによる帯電方法を示す模式図である。この無端状帯電ベルト801を以下の方法で作製した。実施例1と同様に延伸によって、カーボンナノチューブが配列した延伸シート802(ポリエチレンシート:厚さ0.1mm)を成形した。カーボンナノチューブの分散量は4wt%とした。このシートを、カーボンブラックで導電性を付与したシリコンゴムベルト803(厚さ3mm)に、帯電ベルト801の走行方向が上記延伸の方向に直交するように貼り合わせて帯電ベルト801を作製した。この帯電ベルト801では、上記延伸シート802と、これを保持する保持部材(支持体)であるシリコンゴムベルト803とからなる2層構造としたが、延伸シート単体でも良いし、また3層以上の積層ベルトでも良い。

【0050】実施例1と同じようにして作製したOPC804に、上記帯電ベルト801を接触させて帯電を行った。帯電ベルト801のニップ幅(OPCとの接触幅)を4mmとし、帯電ベルト801はOPC804に従動走行させた。図8において符号806はA1基体、符号805は有機感光層である。

【0051】直流電源807により-500Vの電圧を印加した場合、OPC804の周速を250mm/sのとき、-430Vの表面電位が測定され、十分な帯電能力を持つことが確認された。また、カスケード現象によりムラのない帯電が確認された。さらに、連続的に帯電した場合、オゾンやNO<sub>x</sub>は殆ど検出されなかった。また、この帯電ベルト801では、延伸した樹脂でカーボンナノチューブを保持したことにより、感光体の機械的ダメージが、カーボンナノチューブを含まない帯電ベルトに比べ格段に低下し、しかも、単に樹脂でカーボンナノチューブを保持した場合よりも軽減されていることが判った。

【0052】図8の帯電ベルト801は被帯電体に従動させたが、帯電時間を長くし、更に十分な帯電をするために被帯電体の回転方向と逆方向に走行させても良い。また、ポリエチレンシートの延伸方向は、被帯電体の回転方向に垂直の場合を示したが、平行の場合には固体潤滑材の機能が、よりの確に発揮されて摩擦が小さくなり、0°を超え、90°未満の角度を付けた場合でも、十分な帯電電位が得られ、帯電ムラのないことが確認された。

【0053】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明によれば以下の効果が得られる。

(1)請求項1~4記載の接触型帯電器の製造方法による効果:この製造方法によれば、基材樹脂とカーボンナノチューブを混合し、この混合物を成形・延伸すること

で、カーボンナノチューブを配列させて構成した摺擦帯電部材を備える接触型帯電器を容易に、かつ低コストで提供することができる。また、この製造方法においては、カーボンナノチューブの配列処理を、基材樹脂の延伸により行うため、該配列処理がラビングなどを用いる方法に比べて容易であり、摺擦帯電部材を大量に作製することができる。

【0054】とくに、請求項2に記載の製造方法においては、カーボンナノチューブの長手方向の一部を導電性樹脂成形物の表面から突出させる方法として、導電性樹脂成形物を機械研磨、裁断の少なくとも一方を用いるので、上記摺擦帯電部材を簡便な工程で、安価・大量に作製することができる。

【0055】(2) 請求項5記載の接触型帯電器による効果：上記製造方法で得られた接触型帯電器の摺擦帯電部材では、延伸処理した基材樹脂中に配列したカーボンナノチューブが含まれている。したがって、この接触型帯電器では、被帯電体（または被除電体）と接触する面にカーボンナノチューブがあるため、従来のコロトロンやスコトロン帯電器に比べて格段に、また従来の接触型帯電器に比べて、より低電圧で被帯電体に十分な帯電電圧を与える（被除電体を十分に除電する）ことができるうえ、オゾンや $\text{NO}_x$ の発生量を非常に少なくすることができる。

【0056】また、上記接触型帯電器では、摺擦帯電部材の表面層に摩擦等が発生しても、基材樹脂内部（導電性樹脂成形物の内部）のカーボンナノチューブが表面に突出するため、初期特性を維持することができ、安定な帯電（除電）が可能となる。さらに、カーボンナノチューブは摩擦係数が小さいため、被帯電体（または被除電体）に機械的ダメージを与えにくく、オゾンや $\text{NO}_x$ が発生しないことと併せて感光体の長寿命化が可能となる。さらに、上記接触型帯電器では、カーボンナノチューブを配列させてあるため帯電ムラもない。

【0057】(3) 請求項6記載の接触型帯電器による効果：この接触型帯電器は、被帯電体（または被除電体）と主にカーボンナノチューブで接触する帯電ローラーである。カーボンナノチューブはダングリングボンドを持たないため化学的に安定であり、かつシームレス構造のため機械的強度が非常に高い。そのため、導電性の接点の安定性が非常に良く、全体に導電性が付与された、従来の導電性ゴムや吸水性のスポンジローラーと比較し、環境による変動が少なく、長年に渡って安定した帯電（除電）能力を維持できる。また、被帯電体（または被除電体）と主にカーボンナノチューブで接触することで十分な帯電電位を与える（除電する）ことができる。

【0058】さらに、摺擦帯電部材の表面層に摩擦等が発生しても、基材樹脂内部のカーボンナノチューブが表面から突出するため、初期特性を維持することができ

て、安定な帯電（除電）が可能となる。さらに、従来の帯電ローラーと違ってオゾンや $\text{NO}_x$ が発生しないため、これらに起因する感光体劣化が低減し、長寿命化が可能となる。さらに、延伸を行った樹脂でカーボンナノチューブを保持しているため機械的ダメージが低減し、帯電ムラもない。さらに、カーボンナノチューブの配列処理を、基材樹脂の延伸により行うため、該配列処理がラビングなどを用いる方法に比べて容易であり、摺擦帯電部材を大量に作製できるので、低コストで提供することができる。

【0059】(4) 請求項7記載の接触型帯電器による効果：この接触型帯電器は、被帯電体（または被除電体）と主にカーボンナノチューブで接触する帯電ブレードである。カーボンナノチューブは固体潤滑材としての機能を持ち、カーボンナノチューブのない従来の帯電ブレードと比較し、帯電ブレード・感光層間の摩擦係数を低減でき、被帯電体（または被除電体）に機械的ダメージを与えにくく、感光層、特に有機感光層の寿命を向上させることができる。また、被帯電体（または被除電体）と主にカーボンナノチューブで接触するさせることで、十分な帯電電位を与える（除電する）ことができる。また、摺擦帯電部材の表面層に摩擦等が発生しても、基材樹脂内部のカーボンナノチューブが表面から突出するため、初期特性を維持することができ、安定な帯電（除電）が可能となる。さらに、延伸を行った樹脂でカーボンナノチューブを保持することで機械的ダメージを低減でき、帯電ムラもない。さらに、樹脂を延伸してカーボンナノチューブを配列させてあるため、ラビングなどを用いる方法に比べて容易で、大量に作製できるため、低コストで作製できる。

【0060】(5) 請求項8記載の接触型帯電器による効果：この接触型帯電器は、被帯電体（または被除電体）と主にカーボンナノチューブで接触する帯電ベルトである。カーボンナノチューブは固体潤滑材としての機能を持ち、カーボンナノチューブのない従来の帯電ベルトと比較し、帯電ベルト・被帯電物間の摩擦係数を低減でき、被帯電体（または被除電体）及びベルト自身に機械的ダメージを与えにくく、感光層、特に有機感光層の寿命を向上させることができる。また、被帯電体（または被除電体）と主にカーボンナノチューブで接触するさせることで、従来の帯電ベルトに比べ、十分な帯電電位を与える（除電する）ことができる。また、カーボンナノチューブの保持体であるフィルムまたはシートに摩擦等が発生しても、内部のカーボンナノチューブが表面から突出するため初期特性を維持でき、安定な帯電が可能となる。さらに、カーボンナノチューブを延伸樹脂で保持しているので、機械的ダメージを低減でき、帯電ムラもない。樹脂を延伸してカーボンナノチューブを配向させてあるため、ラビングなどを用いる方法に比べて容易で、大量に作製できるため、低コストで作製できる。

【0061】(6)請求項9記載の接触型帯電器による効果：この接触型帯電器は、カーボンナノチューブが導電性繊維で保持された構造の帯電ブラシである。被帯電体（または除電体）と主にカーボンナノチューブで接触させることで、導電性繊維がエッチング繊維、分割繊維からなる従来の帯電ブラシと比較し、十分な帯電電位を与える（除電する）ことができ、強度も十分である。また、導電性繊維の表面に摩耗等が発生しても内部のカーボンナノチューブが表面から突出するため、初期特性を維持でき、安定な帯電（除電）が可能となる。さらに、カーボンナノチューブを延伸樹脂で保持してあるので、帯電ムラもない。樹脂を延伸してカーボンナノチューブを配列させてあるため、ラビングなどを用いる方法に比べて容易で、大量に作製できるため、低コストで作製できる。

【0062】(7)請求項10記載の帯電方法による効果：この帯電方法では、請求項5～9のいずれかに記載の接触型帯電器を用いるので、これらの接触型帯電器による上記効果が得られる。

【0063】(8)請求項11に記載の画像記録装置による効果：この画像記録装置では、請求項5～9のいずれかに記載の接触型帯電器を用いるので、これらの接触型帯電器による上記効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】基材樹脂の延伸による、カーボンナノチューブの配列（配向）を示す模式図であって、(a)は未延伸の基材樹脂を、(b)は延伸後の基材樹脂をそれぞれ示す。

【図2】基材樹脂の延伸方向とカーボンナノチューブの長手方向のなす角 $\theta$ の説明図である。

【図3】基材樹脂の延伸率と、カーボンナノチューブの配列の程度との関係を定性的に示すグラフである。

【図4】本発明の実施例1に係る帯電ローラーの構造および、これによる帯電方法を示す説明図である。

【図5】本発明の実施例2に係る帯電ブレードの構造および、その作製方法を示す説明図である。

【図6】本発明の実施例3に係る導電性繊維（帯電ブラシ本体：帯電ブラシの毛）を示す斜視図である。

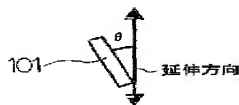
【図7】図6の導電性繊維を用いて構成した帯電ブラシの構造および、これによる帯電方法を示す説明図である。

【図8】本発明の実施例4に係る帯電ベルトの構造および、これによる帯電方法を示す説明図である。

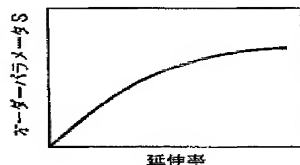
#### 【符号の説明】

101	カーボンナノチューブ
102	基材樹脂
401	帯電ローラー
402	延伸フィルム
403	導電性シリコーンゴム
404	金属芯
405	OPC
406	有機感光層
407	A1基体
408	直流電源
500	帯電ブレード
501	カーボンナノチューブ
502	延伸シート
504	裁断面
506	SUS基体
507	帯電面
601	カーボンナノチューブ
602	導電性繊維（延伸繊維）
701	帯電ブラシ
703	保持部材（支持体）
704	OPC
705	有機感光層
706	A1基体
707	直流電源
801	帯電ベルト
802	延伸シート
803	保持部材（支持体）
804	OPC
805	有機感光層
806	A1基体
807	直流電源

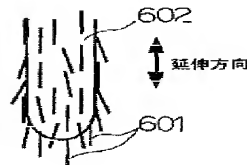
【図2】



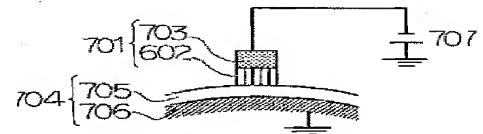
【図3】



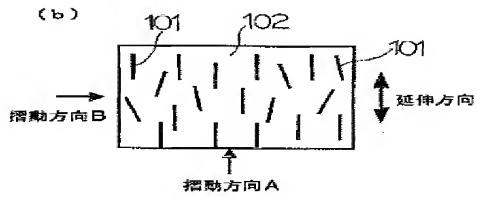
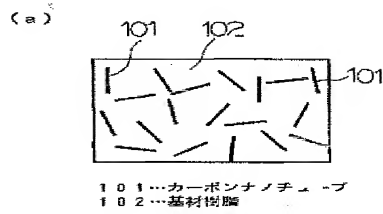
【図6】



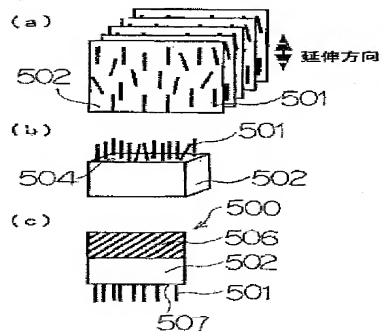
【図7】



【図1】

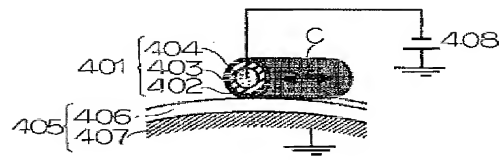


【図5】



500...帯電ブレード  
501...カーボンナノチューブ  
502...延伸シート  
504...裁断面  
506...SUS基体  
507...帯電面

【図4】



401...帯電ローラー  
402...延伸フィルム  
403...導電性シリコンゴム  
404...金属芯  
405...OPC  
406...有機感光層  
407...A1基体  
408...直流電源

【図8】

